

Caratterizzazione dell'aroma dei vini Müller-Thurgau

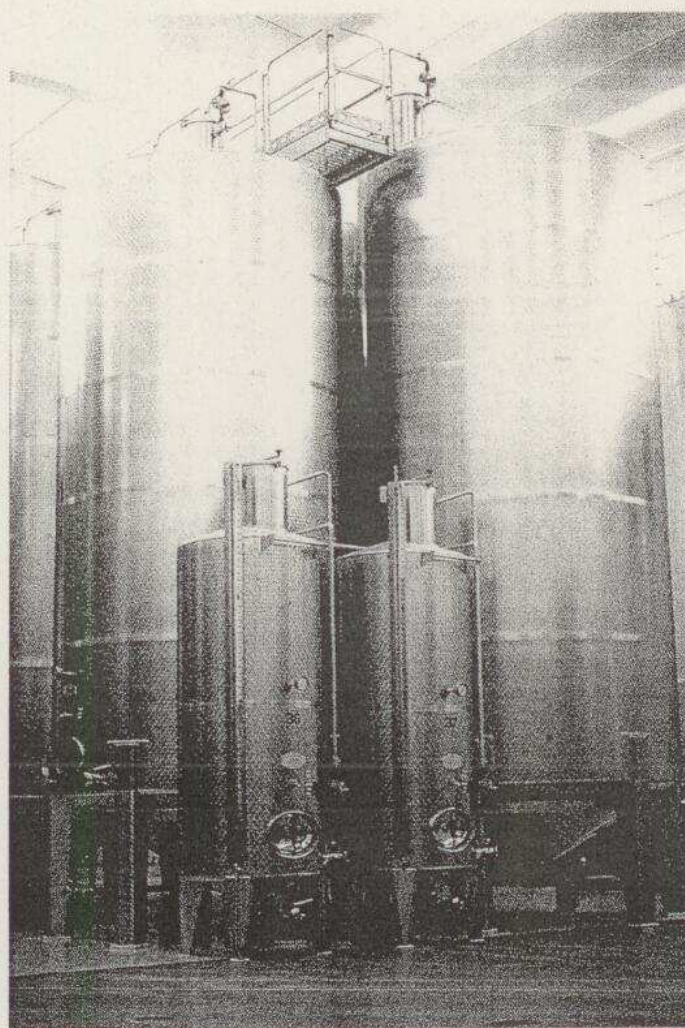
L'aromaticità è principalmente legata a fattori climatici ed agronomici, ma si possono sfruttare anche fattori di tecnica enologica.

La varietà Müller-Thurgau (Rhine Riesling × Silvaner) rappresenta, con circa 400 ha di vigneto, il terzo vitigno in ordine di importanza per la viticoltura del Trentino ove, localizzato principalmente in zone collinari, è spesso coltivato ad altitudini limite per la viticoltura stessa.

Nell'ambito di un progetto di caratterizzazione dei principali "terroirs", sono state studiate le peculiarità dell'aroma del vino Müller-Thurgau, mettendo quelle di più probabile rilevanza sensoriale in relazione con la zona di coltivazione e l'annata; sono stati esaminati anche i possibili contributi dei diversi cloni all'aroma varietale.

All'interno dello stesso studio, sono state prese in considerazione le variazioni nella presenza di composti a C₆ legate al momento di solfitazione del mosto, e sono state studiate le possibilità di incremento della qualità del vino attraverso l'impiego di diverse tecniche enologiche quali ad esempio la macerazione pellicolare e l'utilizzazione di enzimi β -glucosidasi.

I risultati dell'applicazione di tali tecniche sono stati discussi in relazione alle conseguenze riscontrabili nei parametri chimico-analitici ed a livello sensoriale.



LA SPERIMENTAZIONE

I vini studiati sono stati ottenuti su scala semi-industriale presso la cantina sperimentale dell'Istituto, utilizzando

uve provenienti da regioni differenti - in particolare dai versanti esposti ad Ovest (MN, 480-610 m s.l.m.), ed a Sud (CE, 440-720 m s.l.m.), dalla Valle dell'Avissio (1, 2) - oppure apparte-

nenti a cloni o derivanti da diverse tecniche di vinificazione. Le annate considerate sono state il 1993 e 1994 per quanto riguarda la variabile provenienza, il triennio 1993-1995 per lo studio dell'influenza dei cloni, ed infine il 1994 per i trattamenti e le tecniche enologiche.

Sui vini ottenuti si è determinato per HRGC il contenuto in composti aromatici varietali (in forma libera e legata), prefermentativi e fermentativi; inoltre, sui mosti illimpiditi di parte dei campioni delle annate 1993 e 1994 sono stati analizzati gli aminoacidi liberi. Sono stati considerati in parallelo alcuni campioni commerciali di vini trentini (TN) e dell'Alto-Adige - Südtirol (ST) delle annate 1994 (2) e 1995, che sono stati sottoposti agli stessi controlli previsti per i campioni sperimentali. L'indagine ha riguardato parimenti vini dell'annata 1994 provenienti dal Palatinato tedesco (GP).

RISULTATI

Precursori di aroma e particolarità del profilo aromatico

Tra i composti varietali e prefermentativi, si è osservato:

a) un livello medio di aminoacidi liberi abbastanza

Tab. 1 - Valori medi ($\bar{x}$) e deviazione standard (s) di composti aromatici quantificati ($\mu\text{g/l}$) in vini Müller-Thurgau prodotti in differenti regioni ed annate.

	Vini sperimentali				Vini industriali		
	CE '93 $\bar{x}(12) \pm s$	CE '94 $\bar{x}(10) \pm s$	MN '93 $\bar{x}(5) \pm s$	MN '94 $\bar{x}(4) \pm s$	TN '94 $\bar{x}(9) \pm s$	ST '94 $\bar{x}(13) \pm s$	GP '94 $\bar{x}(4) \pm s$
In forma libera							
methanol (mg/l)	19,5 $\pm$ 2,4	27,8 $\pm$ 20,1	18,9 $\pm$ 1,8	23,0 $\pm$ 9,5	27,0 $\pm$ 6,3	33,1 $\pm$ 5,3	45,1 $\pm$ 7,1
higher alcohols (mg/l)	249,8 $\pm$ 37,1	318,1 $\pm$ 74,2	270,4 $\pm$ 20,5	348,5 $\pm$ 36,9	315 $\pm$ 70,6	295 $\pm$ 64,1	387 $\pm$ 105
iC ₅ acetate	1858 $\pm$ 950	1411 $\pm$ 433	1296 $\pm$ 566	1226 $\pm$ 710	1569 $\pm$ 635	1800 $\pm$ 657	1095 $\pm$ 451
(iC ₄ + iC ₅ + C ₆ + Ph.)acet.	2774 $\pm$ 1228	1900 $\pm$ 552	1939 $\pm$ 690	1690 $\pm$ 908	2063 $\pm$ 774	2460 $\pm$ 854	1922 $\pm$ 1068
(C ₆ + C ₈ + C ₁₀) Et.	1676 $\pm$ 370	1249 $\pm$ 314	1512 $\pm$ 210	1240 $\pm$ 415	1505 $\pm$ 510	1582 $\pm$ 547	869 $\pm$ 284
l-hexanol	2402 $\pm$ 424	2544 $\pm$ 302	2340 $\pm$ 162	2541 $\pm$ 215	2755 $\pm$ 831	2297 $\pm$ 651	2114 $\pm$ 1190
tr. 3-hexen-1-ol	284 $\pm$ 55	247 $\pm$ 78	240 $\pm$ 63	301 $\pm$ 111	78 $\pm$ 32,5	97,7 $\pm$ 35,8	59,3 $\pm$ 27
cis 3-hexen-1-ol	65,5 $\pm$ 18,2	79 $\pm$ 27,3	64,5 $\pm$ 14,9	70,1 $\pm$ 18,5	39,9 $\pm$ 14,3	68,2 $\pm$ 20,1	57,5 $\pm$ 12,2
2-phenylethanol (mg/l)	44,4 $\pm$ 14,0	40,6 $\pm$ 14,8	52,6 $\pm$ 12,9	48,6 $\pm$ 9,5	37,5 $\pm$ 16,2	41,3 $\pm$ 13,2	41,7 $\pm$ 24,8
4-vinylphenol	647 $\pm$ 358	332 $\pm$ 334	253 $\pm$ 154	241 $\pm$ 167	84 $\pm$ 85	156 $\pm$ 175	228 $\pm$ 124
4-vinylguaiacol	67 $\pm$ 26	103 $\pm$ 65	48 $\pm$ 37	74 $\pm$ 17	33 $\pm$ 32	55 $\pm$ 53	70 $\pm$ 44
linalool	60,6 $\pm$ 20,0	39,1 $\pm$ 22,1	36,0 $\pm$ 4,1	25,3 $\pm$ 4,4	50,4 $\pm$ 16,7	106,5 $\pm$ 58,6	87,8 $\pm$ 48,9
α -terpineol	17,5 $\pm$ 6,6	12,7 $\pm$ 4,1	11,0 $\pm$ 1,9	9,7 $\pm$ 1,1	22,0 $\pm$ 5,2	39,2 $\pm$ 18,7	35,8 $\pm$ 24,0
ho-trienol	62,6 $\pm$ 30,5	33,0 $\pm$ 13,6	35,0 $\pm$ 25,8	35,9 $\pm$ 19,0	15,2 $\pm$ 10,9	19,3 $\pm$ 11,1	27,5 $\pm$ 6,9
tr. pyr. linal. oxide	26,0 $\pm$ 14,2	15,6 $\pm$ 8,7	21,4 $\pm$ 8,0	12,0 $\pm$ 5,2	8,1 $\pm$ 3,4	32,7 $\pm$ 29,5	5,3 $\pm$ 2,9
geraniol	10,7 $\pm$ 5,4	8,1 $\pm$ 2,2	9,9 $\pm$ 5,5	11,0 $\pm$ 4,2	11,8 $\pm$ 7,4	20,5 $\pm$ 12,8	13,8 $\pm$ 5,9
ho-diendiol I	716 $\pm$ 217	288 $\pm$ 115	500 $\pm$ 58	135 $\pm$ 44	233 $\pm$ 85,5	412 $\pm$ 144	459 $\pm$ 209
ho-diendiol II	13,0 $\pm$ 4,3	6,5 $\pm$ 5,8	13,2 $\pm$ 3,5	5,4 $\pm$ 2,3	5,4 $\pm$ 8,8	13,0 $\pm$ 16,5	16,5 $\pm$ 8,5
In forma legata							
tr. fur. linal. oxide	42,7 $\pm$ 17,2	32,3 $\pm$ 14,6	22,0 $\pm$ 4,2	18,7 $\pm$ 16,6	16,6 $\pm$ 8,8	36,5 $\pm$ 17,2	15,3 $\pm$ 7,3
cis fur. linal. oxide	7,7 $\pm$ 2,8	7,4 $\pm$ 3,2	4,0 $\pm$ 0,9	4,8 $\pm$ 4,0	7,0 $\pm$ 3,4	11,7 $\pm$ 4,0	5,5 $\pm$ 3,1
tr. pyr. linal. oxide	8,4 $\pm$ 2,4	7,9 $\pm$ 3,6	4,3 $\pm$ 1,8	4,3 $\pm$ 4,0	4,0 $\pm$ 1,8	8,6 $\pm$ 4,4	3,1 $\pm$ 1,3
cis pyr. linal. oxide	1,1 $\pm$ 0,5	1,8 $\pm$ 1,0	1,0 $\pm$ 0,4	1,0 $\pm$ 1,2	1,2 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 1,0	1,1 $\pm$ 0,1
linalool	34,4 $\pm$ 9,1	30,2 $\pm$ 19	18,2 $\pm$ 9,2	15,6 $\pm$ 8,8	11,2 $\pm$ 7,9	28,0 $\pm$ 14,2	7,1 $\pm$ 4,3
α -terpineol	2,2 $\pm$ 0,7	3,7 $\pm$ 2,6	51,0 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 1,1	3,0 $\pm$ 1,4	7,3 $\pm$ 3,1	2,8 $\pm$ 1,3
geraniol	20,7 $\pm$ 3,9	19,1 $\pm$ 10,5	16,9 $\pm$ 4,4	14,9 $\pm$ 3,7	14,6 $\pm$ 5,4	30,7 $\pm$ 21,9	15,8 $\pm$ 3,3
ho-diendiol I	77,7 $\pm$ 27,6	41,1 $\pm$ 19,9	46,2 $\pm$ 5,2	26,0 $\pm$ 23,4	19,1 $\pm$ 10,3	45,5 $\pm$ 23,3	59,5 $\pm$ 21,4
ho-diendiol II	2,5 $\pm$ 1,7	3,8 $\pm$ 2,9	1,6 $\pm$ 0,7	1,7 $\pm$ 1,7	1,0 $\pm$ 0,5	3,5 $\pm$ 2,6	2,0 $\pm$ 1,1
tr. 8-OH-linalool	32,1 $\pm$ 11,3	24,9 $\pm$ 5,7	23,4 $\pm$ 5,1	18,2 $\pm$ 13,6	21,8 $\pm$ 5,4	60,9 $\pm$ 60,6	39,5 $\pm$ 26,7
cis 8-OH-linalool	47,7 $\pm$ 9,2	34,7 $\pm$ 11,7	37,9 $\pm$ 9,9	32,3 $\pm$ 9,7	59,8 $\pm$ 39,5	77,1 $\pm$ 31,8	74,8 $\pm$ 59,7
p-menth-1-ene-7,8-diol	1,9 $\pm$ 0,7	2,6 $\pm$ 1,0	1,6 $\pm$ 0,6	2,3 $\pm$ 0,9	5,4 $\pm$ 6,2	7,2 $\pm$ 3,9	4,8 $\pm$ 4,3
3-oxo- α -ionol	82,6 $\pm$ 21,3	68,9 $\pm$ 15,7	77,3 $\pm$ 16,6	45,2 $\pm$ 20,1	72,3 $\pm$ 22,8	103,5 $\pm$ 27,6	85,6 $\pm$ 57,3

basso, differente tra le due annate prese in considerazione (1.213 $\pm$ 370 mg/l nel 1993; 939 $\pm$ 258 mg/l nel 1994) ed all'incirca alla metà di quanto rilevato in Chardonnay su diverse annate (5). Gli aminoacidi maggiormente rappresentati in Müller-Thurgau sono risultati essere la prolina (325 $\pm$ 115 mg/l; 207 $\pm$ 57) e l'arginina (384 $\pm$ 172; 240 $\pm$ 101), così come già rilevato in Riesling (1);

b) una conferma del tipico profilo dei monoterpeni liberi, (6); in particolare con la presenza di linalolo in concentrazioni vicine o superiori alla soglia di percezione, di ho-trienolo – la cui significa-

tiva concentrazione potrebbe tuttavia derivare in parte dal 2,6-dimetil-3,7-ottadiene-2,6-diolo (ho-diendiol I) attraverso la sua deidratazione nell'iniettore del GC – e la dominanza dell'ho-diendiol I (Tab. 1). Si nota inoltre la prevalenza dell'ossido piranico *trans* tra gli ossidi di linalolo piranici e furanici. Tutti questi composti sono stati quantificati nei vini dell'annata 1995 attraverso la tecnica SIM-MS (Tab. 2);

c) un particolare profilo degli agliconi derivati dalle forme combinate, simile a quello ritrovato nei vini Albariño (7) ma abbastanza distinto da quello tipico di Riesling (8), con bassi contenuti in α -ter-

pineolo e di alcuni dei suoi derivati di idrossilazione allilica (ad esempio l'1-p-mentene-7,8-diolo). È stata osservata inoltre la dominanza dell'isomero *trans* sul *cis* per l'ossido di linalolo furanico, nonché quella, molto minore, dell'8-idrossilinalolo *cis* sul *trans*; questi ultimi possono comunque essere invertiti nei campioni con un livello abbastanza elevato di linalolo (Tab. 2);

d) un livello tendenzialmente elevato di esanolo, con una prevalenza del *trans* 3-esenolo sulla forma *cis*, soprattutto quando i vini sono stati prodotti in condizioni riduttive. Per quanto riguarda i composti fermentativi, troviamo:

e) un livello abbastanza elevato di fenil-etanolo, a concentrazioni che potrebbero influire sulle caratteristiche organolettiche, oltre alla tendenza ad una ridotta presenza in acetati di alcoli superiori (ad es. isoamil-acetato) con conseguente minore fruttato. Ambedue i composti hanno una correlazione lineare (negativa per 2-feniletanolo e positiva per l'isoamil-acetato) con il contenuto in aminoacidi del mosto (9). Simili correlazioni erano già state osservate anche su Chardonnay, ma in quel caso con pendenze e valori di intercetta variabili a seconda dell'annata (10). Alcune differenze sono state riscontrate nei vini

Tab. 2 - Contenuto di composti aromatici di vini Müller-Thurgau della vendemmia 1995 prodotti da cantine commerciali.

	Trentino (TN)				Alto Adige - Südtirol (ST)			
	Val di Cembra - Meano	Faedo	Vallagarina	TN totale	Val d'Isarco	Valle dell'Adige		ST totale
	(n= 6)	(n= 2)	(n= 4)	(n=12)	(n= 3)	cantina A	cantina B	(n= 5)
Forme libere (µg/l)								
methanol (mg/l)	32,4	25,4	37,3	32,8	30,1	27,8	38,9	31,7
higher alcohols (mg/l)	302,0	221,3	212,0	258,5	324,8	320,5	253,0	309,6
iC ₆ acetate	3591	4011	3188	3527	2109	3271	3940	2708
(iC ₆ +iC ₈ +C ₉ +Ph.) acet.	5272	5994	4392	5099	3389	4828	5740	4147
(C ₆ +C ₈ +C ₁₀) Et.	2482	3096	2838	2703	2118	2023	2389	2153
1-hexanol	3783	2562	2971	3309	3612	3718	2876	3486
trans 3-hexen-1-ol	95,6	148,6	89,5	102,4	83,4	113,3	70,9	86,9
cis 3-hexen-1-ol	82,0	82,3	95,7	86,6	57,1	115,2	99,3	77,1
2-phenylethanol (mg/l)	61,6	49,2	33,8	50,3	65,3	56,1	41,8	58,7
4-vinylphenol	365	271	109	264	477	229	404	413
4-vinylguaiacol	112	54	35	77	97	65	111	93
trans fur. linalool oxide	10,9	19,2	24,0	16,6	13,3	18,2	23,0	16,2
cis fur. linalool oxide	2,2	4,3	6,8	4,1	3,4	4,6	6,2	4,2
trans pyr. linalool oxide	32,1	82,8	91,7	60,4	45,2	38,5	86,8	52,2
cis pyr. linalool oxide	3,9	9,6	11,2	7,3	4,6	5,4	15,0	6,9
linalool	86,1	134,9	161,5	119,3	103,3	75,7	169,9	111,1
ho-trienol	70,1	116,8	67,6	77,0	90,3	54,5	81,2	81,3
α-terpineol	26,3	51,4	46,3	37,1	32,5	21,2	44,5	32,6
nerol	4,9	2,8	9,6	6,1	6,2	13,6	3,6	7,1
geraniol	24,4	31,0	32,3	28,2	20,5	25,6	42,8	26,0
ho-diendiol (I)	858	1216	871	922	1204	1049	1040	1140
ho-diendiol (II)	10,6	7,9	20,9	13,6	9,0	6,8	6,2	8,0
endiol	15,9	26,3	30,9	22,6	14,8	41,3	2,8	17,7
Forme legate (µg/l)								
trans fur. linalool oxide	124,2	160,3	127,4	131,3	206,2	168,9	176,5	192,8
cis fur. linalool oxide	22,8	25,1	29,1	25,3	30,1	28,5	38,9	31,6
trans pyr. linalool oxide	35,8	32,9	33,6	34,6	46,2	41,8	41,6	44,4
cis pyr. linalool oxide	13,1	13,3	16,8	14,4	14,0	13,5	13,5	13,8
linalool	48,0	42,7	38,2	43,8	101,0	88,2	62,5	90,8
α-terpineol	6,6	4,2	10,7	7,6	8,5	20,8	14,2	12,1
geraniol	34,7	25,1	57,5	40,7	36,9	54,6	63,8	45,8
ho-diendiol (I)	104,1	99,5	104,3	103,4	172,2	156,6	154,1	165,4
ho-diendiol (II)	3,9	4,5	5,9	4,7	7,8	7,5	8,7	7,9
trans 8-OH-linalool	55,5	35,5	105,5	68,8	75,5	76,4	100,1	80,6
cis 8-OH-linalool	68,9	46,9	70,7	65,8	98,8	141,7	74,1	102,5
p-menth-1-ene-7,8-diol	4,5	0,6	4,5	3,9	3,6	20,2	5,7	7,4
3-oxo-α-ionol	198,2	96,6	214,6	186,7	190,2	235,6	195,6	200,3

Müller-Thurgau dell'ultima annata con livelli relativamente alti di acetati e di esteri etilici di acidi grassi C₆-C₁₀, oltre che di alcool feniletilico;

f) un livello elevato ricorrente di 4-vinil-fenolo, prevalente rispetto al 4-vinil-guaiacolo.

La concentrazione dei composti varietali, soprattutto per quanto riguarda le forme libere del linalolo e del ho-diendiol + ho-trienolo, presenta variazioni significative in relazione all'area di prove-

nienza delle uve e all'annata. I vari gruppi di vini considerati hanno mostrato similitu-

dini molto evidenti nel profilo aromatico: in particolare, i vini 1994 e 1995 prove-

nienti dal Sud Tirolo presentano spesso i maggiori contenuti per la maggior parte dei

Tab.3 - Condizioni di macerazione impiegate (no SO₂ durante la fase di skin-contact) rispetto a vinificazioni testimone non macerate (^=macerazione con 5 g/hl di enzima pectolitico commerciale)

Zona di produzione delle uve	No macerazione	Macerazione		
	Test	Freddo	Caldo	Pecto(^)
06 MN	diraspa-pigiatura, pressatura, solfitazione	9-12 °Cx21h	18-24 °Cx3,5h	15-16 °Cx4h
07 CE	diraspa-pigiatura, pressatura, solfitazione	14-12 °Cx21h	18-24 °Cx3,5h	18 °Cx4h

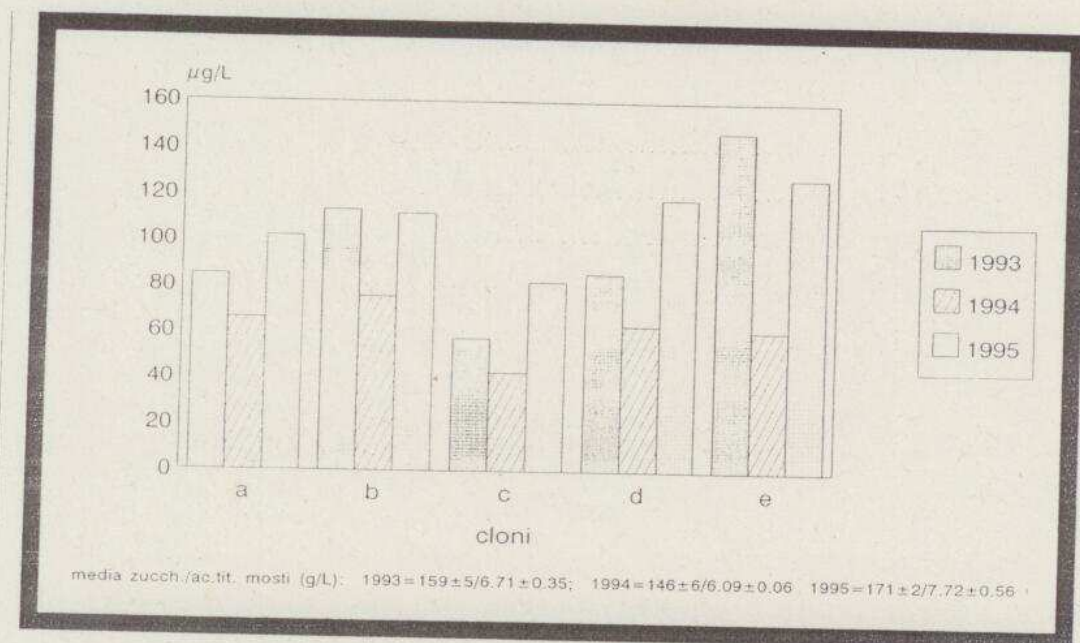
terpenoli, così come i vini tedeschi che, invece, rivelano i minori livelli in esteri degli acidi grassi.

Sono state messe in evidenza alcune chiare differenze tra le diverse regioni del Trentino prese in considerazione; queste variazioni erano più evidenti per l'annata 1995, quando è stato possibile analizzare un maggior numero di campioni provenienti da un'area solo recentemente interessata dalla coltivazione di Müller-Thurgau. Questi ultimi campioni mostravano i più alti livelli di monoterpenoli nell'ambito del Trentino, comparabili con quelli ritrovati nei vini del Sud Tirolo.

Studi sulle caratteristiche climatiche delle aree trentine coltivate a Müller-Thurgau, collocate approssimativamente agli stessi livelli altitudinali ma con diversa esposizione sono attualmente in corso. Le temperature giornaliere (massima, minima e media) delle più importanti aree di coltivazione sono state mediate per periodi di 10 giorni: ne è emerso che nel Sud Tirolo le temperature minime così calcolate durante il periodo di maturazione sono state di circa 2 gradi centigradi inferiori a quelle registrate in Trentino. Nell'annata 1995, più fresca per ambedue le regioni, si sono prodotti i vini con i maggiori contenuti in monoterpenoli.

Le regioni fredde, ma tali da assicurare comunque una buona maturazione delle uve, sono considerate come le più adatte a fornire vini ben tipicizzati (11).

Anche il clone è una possibile fonte di variabilità per composti varietali importanti dal punto di vista sensoriale; questi possono essere espressi attraverso il parametro, da noi chiamato "aromaticità potenziale varietale"



(PA), costituito dalla somma del linalolo (libero + legato, corrispondente al livello totale di linalolo disponibile in pochi mesi) (12) e di α -terpineolo libero, principale prodotto di trasformazione del linalolo (13). Come mostrato in figura 1, tra i 5 cloni coltivati nello stesso vigneto, due sembrano essere rispettivamente caratterizzati dal minore e dal maggiore livello di questo parametro. È da notare l'esistenza di una correlazione tra il livello medio degli zuccheri dell'annata ed i valori di PA. Sono in corso ulteriori lavori tesi a verifica-

Fig. 1 - "Aromaticità varietale potenziale" (PA) in differenti vini monoclonali di Müller-Thurgau

PA = linalolo (libero + legato) + α -terpineolo libero primi 3 anni di produzione

re la stabilità dei valori di PA in diverse annate.

Variazioni analitiche ed organolettiche dell'aroma del vino dovute all'applicazione di differenti tecnologie

Ritardo nell'aggiunta di solforosa al mosto (14)

Sui campioni dell'annata 1995 sono state studiate le

differenze nei contenuti in alcoli a C_6 in funzione del momento della solfitazione al mosto. La figura 2 mostra i valori analitici rilevati nei vini ottenuti con aggiunta di solforosa direttamente nel mosto sgrondante in fase di pressatura (a) oppure al termine della decantazione statica a freddo (p), 12 ore dopo la pressatura.

Il grafico mostra il notevole effetto del momento della solfitazione sui composti a C_6 : rispetto alla solfitazione più tardiva, l'aggiunta immediata di solforosa comporta livelli notevolmente infe-

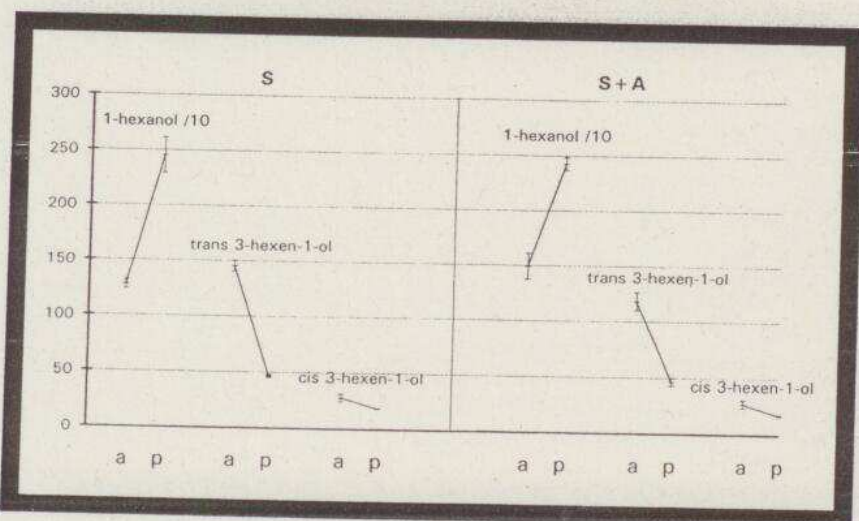


Fig. 2 - Variazioni nel contenuto di alcoli a C_6 (µg/L, media $\pm$ dev.st.) di vini Müller-Thurgau in funzione del momento (a = alla pressatura; p = post decantazione) e degli additivi usati sul mosto (S = SO_2 , 50 mg/kg; S+A = S + acido ascorbico, 50 mg/kg.)

Tab. 4 - Composti aromatici di vini Müller-Thurgau del Trentino ottenuti con differenti tecniche macerative.

	06 MN TEST	06 MN FREDDO	06 MN CALDO	06 MN PECTO	07 CE TEST	07 CE FREDDO	07 CE CALDO	07 CE PECTO
Forme libere (µg/l)								
methanol (mg/l)	18,3	27,1	31,0	51,7	26,3	37,4	33,4	64,5
1-propanol (mg/l)	26,0	25,7	33,0	35,8	26,8	27,3	25,5	29,6
2-methyl-1-propanol (mg/l)	42,4	71,7	96,0	97,5	54,0	72,1	53,8	58,7
2-methyl-1-butanol (mg/l)	40,4	46,0	37,0	28,2	34,0	34,4	44,5	26,5
3-methyl-1-butanol (mg/l)	189,0	222,0	207,0	161,6	178,0	195,5	205,0	161,7
higher alcohols (mg/l)	297,8	365,4	373,0	323,1	292,8	329,3	328,8	276,5
acetaldehyde (mg/l)	43,0	40,0	42,6	42,5	39,3	32,5	34,6	33,9
ethyl acetate (mg/l)	32,0	23,7	24,6	33,3	33,0	27,7	19,5	31,6
isobutyl acetate	44	56	80	115	50	66	33	82
isoamyl acetate	1544	1219	1436	1613	1207	1492	911	1339
hexyl acetate	293	285	285	489	310	344	167	484
2-phenylethyl acetate	314	229	220	278	362	354	276	459
acetates	2196	1788	2021	2494	1930	2256	1387	2364
ethyl butyrate	133	137	149	177	149	200	143	183
ethyl hexanoate	545	482	486	617	523	610	427	761
ethyl octanoate	717	588	671	760	620	707	579	807
ethyl decanoate	160	123	133	221	134	146	95	198
ethyl esters	1554	1330	1439	1775	1425	1663	1244	1950
hexanoic acid	2644	2259	2251	2814	2709	2579	2336	3153
octanoic acid	5256	4550	4622	5869	5730	5227	4568	6332
decanoic acid	1871	1543	1467	2087	1846	1738	1362	2338
fatty acids	9771	8352	8341	10770	10285	9544	8266	11823
1-hexanol	2153	3609	3218	2799	2364	3593	3652	2922
trans 3-hexen-1-ol	211,0	95,7	121,1	110,8	126,5	86,0	126,4	85,0
cis 3-hexen-1-ol	44,0	25,8	27,9	53,8	49,4	29,6	37,8	61,4
benzyl alcohol	54,4	55,4	54,6	71,6	45,9	66,6	41,4	39,8
2-phenylethanol (mg/l)	43,3	42,4	33,6	20,8	37,3	35,3	56,4	34,9
4-vinylphenol	60	76	216	170	56	426	394	85
4-vinylguaiacol	10	12	46	59	5	65	53	9
linalool	35,5	36,7	43,6	39,1	58,9	76,0	83,6	69,6
α-terpineol	10,0	9,5	7,3	10,4	16,8	19,6	21,1	16,3
geraniol	7,5	7,7	4,6	13,1	17,2	18,1	7,9	8,9
ho-diendiol (I)	556	658	654	556	792	985	1292	1058
ho-diendiol (II)	5,0	8,6	3,0	9,1	16,5	11,9	13,1	10,7
cis fur. linalool oxide	1,1	2,6	n.d.	1,6	3,0	6,0	1,3	3,0
trans pyr. linalool oxide	23,0	24,6	24,1	28,1	40,0	54,8	51,5	52,7
cis pyr. linalool oxide	1,4	2,2	2,5	3,1	4,2	6,8	7,4	6,4
ho-trienol	8,1	7,9	9,6	8,2	16,2	50,9	41,6	25,3
Forme legate (µg/l)								
trans fur. linalool oxide	28,6	26,6	40,9	33,9	56,9	67,3	94,6	53,0
cis fur. linalool oxide	5,2	8,3	8,1	9,5	11,0	10,2	12,7	9,9
trans pyr. linalool oxide	7,2	6,1	11,8	9,4	11,0	14,2	20,0	10,4
cis pyr. linalool oxide	1,5	1,6	2,1	1,9	1,5	1,6	1,7	1,2
linalool	30,4	32,6	47,5	39,8	33,7	55,4	57,4	37,4
α-terpineol	2,9	3,1	4,4	4,0	3,1	3,9	4,1	2,4
geraniol	23,0	21,8	33,5	32,9	25,0	23,6	24,8	18,1
ho-diendiol (I)	49,4	47,0	71,0	65,5	117,6	112,0	106,5	96,2
ho-diendiol (II)	2,8	2,6	2,9	3,7	4,0	3,7	2,4	3,4
trans 8-OH-linalool	25,7	23,7	36,5	35,8	21,4	47,2	41,6	40,9
cis 8-OH-linalool	53,8	53,2	73,6	77,4	45,0	77,4	62,7	71,4
8-OH-geraniol	20,2	24,6	34,9	38,1	16,7	16,9	16,3	14,6
ho-trienol	1,0	1,1	2,0	1,3	1,1	5,2	3,6	1,3
p-menth-1-ene-7,8-diol	2,4	4,4	0,3	3,3	2,3	7,0	4,6	3,2
3-oxo-α-ionol	99,1	93,9	154,9	163,5	128,2	96,6	130,8	100,4
benzyl alcohol	171,1	153,5	205,1	207,0	215,7	230,0	237,4	233,9
2-phenylethanol	194,1	132,5	176,6	197,2	359,7	220,8	236,7	247,9
1-hexanol	77,3	93,9	103,7	105,0	91,4	107,5	112,7	93,2
trans 3-hexen-1-ol	1,8	1,7	1,8	2,2	1,9	1,4	1,6	2,0
cis 3-hexen-1-ol	9,1	8,9	10,0	11,7	11,5	8,9	10,7	11,7

riori di esanolo ed evidenti maggiori coltenuti di *trans* 3-esenolo nei vini. Minori variazioni, comunque significative, sembra subire la forma *cis* dello stesso alcool.

Dall'osservazione del contenuto complessivo in alcoli C_6 , sembra che la solfitazione precoce possa inibire almeno parzialmente le attività lipossigenasica ed isomerica sugli acidi grassi C_{18} e sui loro derivati.

Un livello abbastanza elevato di *trans* 3-esenolo nel vino, accompagnato da una presenza contenuta di esanolo, potrebbe quindi essere indice di una tecnica enologica di tipo riduttivo.

L'apporto di acido ascorbico in aggiunta alla solforosa non ha prodotto variazioni altrettanto evidenti di quelle riscontrate con la sola solforosa. Le conseguenze organolettiche di questa tecnologia sono ancora oggetto di valutazione.

Macerazione pellicolare (3, 4)

Le tabelle 3 e 4 mostrano, rispettivamente, le condizioni sperimentali applicate per lo studio dell'influenza della macerazione pellicolare ed i risultati analitici ottenuti sui vini prodotti. Va evidenziato che i vini ottenuti con macerazione sulle bucce presentano, dopo decantazione statica, livelli di Cu e Fe inferiori rispetto al testimone; in particolare, nei vini ottenuti dopo aggiunta di enzimi pectolitici al mosto, il contenuto in Cu è circa dimezzato (4). Questa osservazione potrebbe essere significativa soprattutto relativamente allo sviluppo di alcune note "ridotte" considerate importanti per la complessità dell'aroma.

L'aromaticità varietale potenziale (PA), come definita precedentemente, o "nota

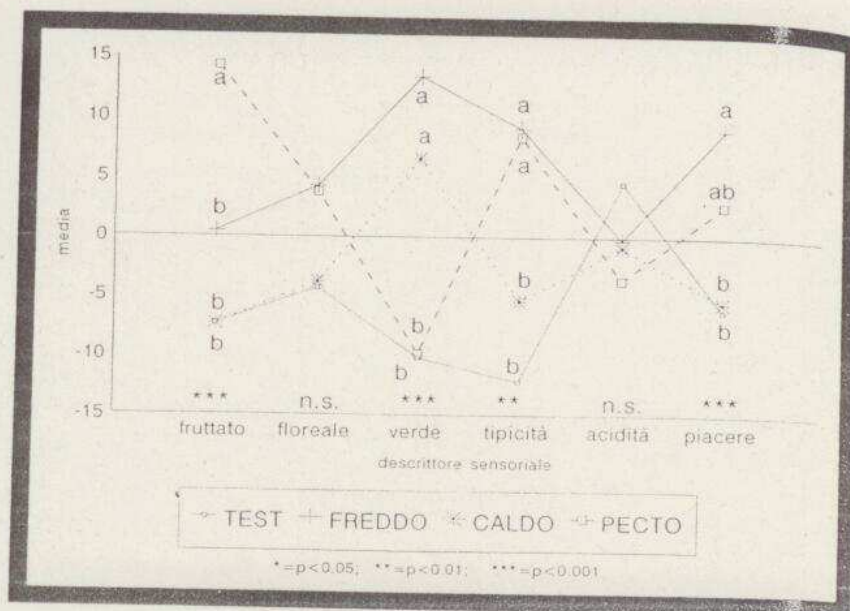
Fig. 3 - Müller-Thurgau 1993 - tecniche di macerazione - analisi sensoriale

(13 degustatori x 2 zone di coltivazione x 4 tecniche di vinificazione; Anova, test di Duncan) differenze rispetto alla media (0-100) per descrittore

floreale", registra un aumento dal 10 al 60% nei campioni macerati, soprattutto quando il contatto con le bucce è avvenuto a temperatura ambiente. Tuttavia, la differenza non appare parimenti significativa alla degustazione (Fig. 3). Al contrario il carattere fruttato, rappresentato dal livello complessivo degli acetati degli alcoli superiori e degli esteri degli acidi grassi, risulta maggiore qualora si utilizzino enzimi pectolitici nel corso della macerazione, forse a causa di un maggior illimpidimento del mosto. L'esanolo aumenta in modo sensibile nei vini prodotti con macerazione pellicolare, soprattutto quando non viene utilizzato enzima, ed è probabilmente responsabile dell'apparizione in questi vini di note "verdi". Le altre variazioni osservate tra i campioni

Fig. 4 - Conseguenze sensoriali dell'uso di una glicosidasi esogena in vini Müller-Thurgau, vend. 1992

Trattamento enzimatico: Nov. 1993
Analisi sensoriale: Genn. 1994
(15 assaggiatori, Anova, Duncan)



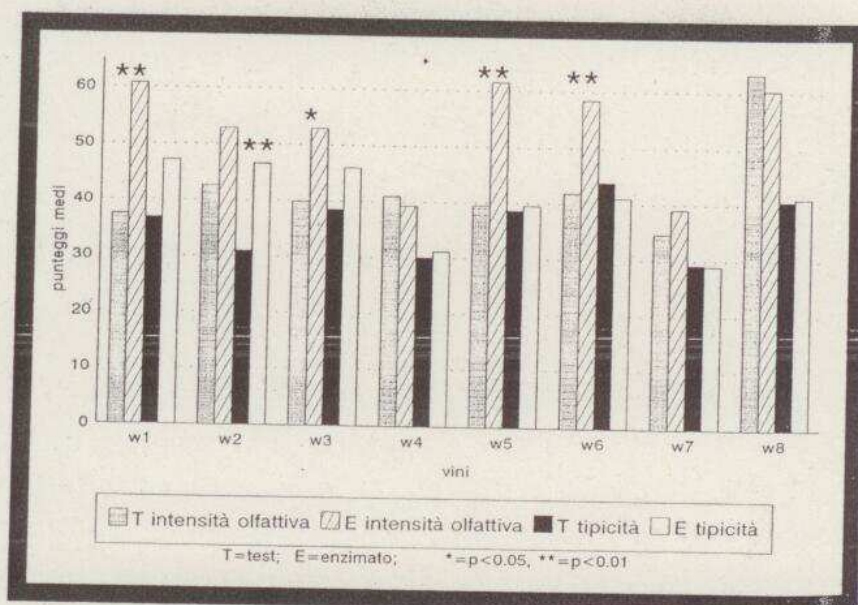
per il loro contenuto in feniletanolo e vinilfenoli, non mostravano una chiara relazione con i trattamenti: probabilmente alcune inattese variazioni nel livello di vinilfenoli, che sarebbe ragionevole attendere in maggiori quantità nei campioni macerati, potrebbero essere dovute ad intervenute ossidazioni dei mosti, che trovano infatti conferma nei diversi livelli di *trans* 3-esenolo.

Nel complesso, la tipicità e la qualità dei vini Müller-Thurgau sembrano essere

meglio messe in evidenza applicando una tecnologia che preveda una macerazione pellicolare a basse temperature o, in alternativa, in contatto con le bucce a temperatura ambiente ma in presenza di enzimi pectolitici.

I valori di polifenoli totali, di proantocianidine e di catechine, così come quelli degli acidi cinnamici e dei loro esteri tartarici hanno mostrato variazioni limitate tra i campioni (4).

Uso delle β -glucosidasi (4)



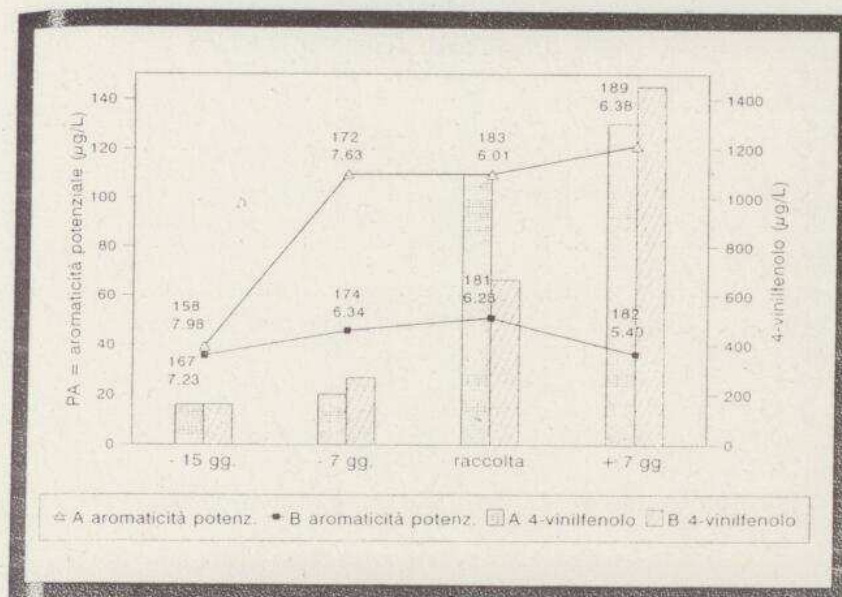


Fig. 5 - Contenuto di 4-vinilfenolo (4vf) ed aromaticità potenziale (PA= vedi Fig. 1) dei vini in funzione dell'epoca di raccolta e del contenuto zuccherino ed acidico (g/L) delle uve ottenute da due differenti vigneti (A e B) - vendemmia 1994

Questi risultati suggeriscono una certa prudenza nell'uso di enzimi β -glucosidasi per i vini Müller-Thurgau ed, eventualmente, fanno ritenere raccomandabile un test preliminare su una parte limitata della massa per verificare l'effetto enzimatico prima di procedere al trattamento definitivo.

CONCLUSIONI

I risultati esposti, così come altre osservazioni non oggetto di questa relazione e relative all'uso di alcuni coadiuvanti enologici, mostrano le possibilità ma anche i limiti della tecnologia nell'esaltazione della tipicità del vino Müller-Thurgau della nostra regione.

Allo stato attuale, ci sembra di maggiore interesse indirizzare le ricerche verso una migliore comprensione delle relazioni tra aroma e fattori climatici e agronomici, che

sembrano determinare le maggiori variazioni delle caratteristiche aromatiche. Ad esempio, sembra interessante studiare l'effetto di una leggera sovraturazione delle uve (Fig. 5), che - congiuntamente ad un dato livello monoterpeneo legato alla zona - tende a favorire, come negli Chardonnay

(15), un aumento dei vinil fenoli i quali potrebbero contribuire alla complessità aromatica dei vini Müller-Thurgau.

BIBLIOGRAFIA

- 1) G. Nicolini, G. Versini, A. Dalla Serra, A. Seppi, E. Amadei, M. Falcetti (1995) - *Aspetti compositivi di mosti e vini Müller-Thurgau del Trentino*. Riv. Vitic. Enol., XLVIII/3, 47-61.
- 2) G. Versini, G. Nicolini, A. Rapp, A. Dalla Serra, E. Amadei (1995) - *Topics on aroma compounds of Northern Italian Müller-Thurgau wines*. In: Proc. 1st Sasev Intern. Congress, Cape Town, 8-10 Nov., P.G. Goussard, E. Archer, D. Saayman, A. Tromp, J. van Wyk eds., Sasev, Cape Town, pp. 35-37.
- 3) G. Nicolini, E. Amadei, G. Versini, M. Falcetti, A. Dalla Serra, P. Barchetti, V. Agostini, S. Inama (1995) - *Müller-Thurgau: aspetti compositivi, di tecnica enologica e sensoriali dei vini*. L'Enotecnico, XXXI/11, 67-74.
- 4) G. Nicolini, G. Versini, E. Amadei (1996) - *Caratteristiche qualitative del vino Müller-Thurgau del Trentino in relazione ad interventi di tecnica enologica*. Riv. Vitic. Enol., in press.
- 5) R. Seeber, G. Sferlazzo, R. Leardi, A. Dalla Serra, G. Versini (1991) - *Multivariate data analysis in classification of musts and wines of the same variety according to vintage year*. J. Agric. Food Chem., 39, 1764-1769.
- 6) A. Rapp, W. Knipser, L. Engel, H. Hastrich (1981) - *New results about volatiles of different wines*. In: Proc. 6th Int. Oenol. Symp., Int. Assoc. Winery Technol. Management, E. Lempert ed., Mainz, pp. 137-147.
- 7) G. Versini, I. Orriols, A. Dalla Serra (1994) - *Aroma components of Galician Albarino, Loureira and Godello wines*. Vitis, 33, 165-170.
- 8) G. Versini, A. Rapp, A. Dalla Serra (1992) - *Considerations about the presence of free and bound p-menth-1-enediols in grape products*. In: Progress in flavour precursor studies. Analysis, generation, biotechnology. P. Schreier, P. Wintrehalter eds., Allured Publ. Corp., Carol Stream, pp. 243-249.
- 9) G. Nicolini, G. Versini, A. Dalla Serra, A. Seppi, M. Falcetti (1995) - *Peculiarities in the aroma compounds of Müller-Thurgau wines from different grape growing areas C.R., V° Symp. Intern. d'Oenologie "Actualités oenologiques 95"*, Bordeaux, 15-17 Juin 1995, in press.
- 10) A. Rapp, G. Versini, (1995) - *Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wines*. In: Food flavors: generation, analysis and process influence, G. Charalambous ed., Elsevier Sci. B.V. Amsterdam, pp. 1659-1694.
- 11) D.I. Jackson, P.B. Lombard (1993) - *Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - A review*. Am. J. Enol. Vitic., 44/4, 409-430.
- 12) P.J. Williams, C.R. Strauss, B. Wilson, R.A. Massey-Westrop (1982) - *Studies on the hydrolysis of Vitis vinifera monoterpene precursor compounds and model monoterpene β -D-glucosides rationalizing the monoterpene composition of grapes*. J. Agric. Food., 30, 1219.
- 13) L. Usseglio-Tomasser, R. Di Stefano (1980) - *Profilo aromatico del Moscato bianco del Piemonte*. Riv. Vitic. Enol., 33, 58-68.
- 14) G. Nicolini, G. Versini, E. Amadei, M. Marchio (1996) - *3-hexen-1-ol isomers in Müller-Thurgau wines: a "varietal" characteristic affected by must sulfiting time*. Vitis, submitted.
- 15) G. Versini, A. Scienza, A. Dalla Serra, M. Dell'Eva, C. Martin (1989) - *Role du clone et de l'époque de récolte sur l'arôme du Chardonnay: aspects analytiques et sensoriels*. C.R. 4° Symp. Intern. d'Oenologie "Actualités oenologiques 89", Bordeaux, 15-17 Juin 1989, P. Ribereau-Gayon & A. Lonvaud eds., pp. 69-74.

**G. VERSINI⁽¹⁾
G. NICOLINI⁽¹⁾
A. RAPP⁽²⁾**

A. DALLA SERRA⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio Analisi e Ricerche, Centro Sperimentale, Istituto Agrario di San Michele all'Adige TN

⁽²⁾ Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Rebenzüchtung, Geilweilerhof, Siebeldingen, Germania